

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Keberhasilan proses industrialisasi pada era perdagangan bebas sekarang ini sangat ditentukan oleh adanya Sumber Daya Alam dan Sumber Daya Manusia yang berkualitas. Indonesia sebagai salah satu negara yang mempunyai Sumber Daya Alam maupun Sumber Daya Manusia yang berlimpah sangat berpotensi mengembangkan industri dalam negeri terutama industri-industri yang bersifat padat modal maupun padat teknologi dan mempunyai prospek pemasaran yang menguntungkan. Salah satu industri yang mempunyai persyaratan di atas adalah industri pembuatan *styrene*.

Styrene merupakan suatu senyawa yang termasuk ke dalam kelompok aromatik monomer tak jenuh. Senyawa ini mempunyai rumus molekul $C_6H_5C_2H_3$. *Styrene* mempunyai nama lain yaitu *phenyl ethylene*, *vinyl benzene* atau *cinnamene*. Wujud dan kenampakkannya pada suhu dan tekanan ruang yaitu cairan tak berwarna dengan bau khas aromatik kuat. Senyawa ini tidak larut dalam air namun larut dalam *methanol*, eter dan etil alkohol.

Styrene memberi kontribusi besar dalam kehidupan manusia. Hal ini disebabkan karena senyawa ini merupakan bahan baku dari produk-produk plastik yang banyak digunakan manusia. *Styrene Monomer* banyak digunakan terutama dalam industri plastik, dan sebagai zat antara untuk pembuatan senyawa kimia

lainnya seperti (*Kirk Othmer, "Encyclopedia of Chemical Technology", 4th ed, Vol 22, halaman 488*):

a. *Polystyrene (PS)*

Digunakan sebagai bahan *styrofoam* dan kemasan makanan, alat-alat rumah tangga, meubel, alat-alat elektronik, peralatan medis dan peralatan laboratorium.

b. *Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS)*

Digunakan dalam industri pipa, interior mobil dan *refrigerator*. Selain itu sebagai bahan rangka computer.

c. *Styrene Butadiene Latex (LBS)*

Digunakan sebagai *coating* kertas, *coating* karpet, *adhesive* keramik dan lain-lain.

d. *Styrene Butadiene Rubber (SBR)*

Digunakan sebagai bahan karet sintetis, industri ban, *radiator*, *heater* dan sebagainya.

e. *Unsaturated Polyester Resin (UPR)*

Digunakan dalam industri panel-panel gedung, produk kelautan/alat pelayaran, bagian-bagian mobil, bus dan truk, *gelcoat resin*.

Industri-industri yang menggunakan *styrene* sebagai bahan baku produksinya antara lain: Pabrik *Polystyrene* oleh PT. Polychemindo, PT. Bentala Agung Pradana, PT. Royal Chemical serta PT. Pacific Indomas Plastik Indonesia. Pabrik UPR oleh PT Indo First Nusantara Synthetic Rubber, PT Sintetika Utama,

PT Dinamika Ekajaya dan PT Roda Sakti Makmur. Serta beberapa pabrik penghasil SBR, ABS, dan SBL lainnya (*Indochemical, CIC no 144*).

Pabrik *styrene* ini secara umum tergolong pabrik dengan tingkat resiko rendah. Hal ini dapat ditinjau dari bahan baku, proses serta produk yang dihasilkan. Bahan baku yang digunakan bersifat non korosif dan disimpan pada tekanan rendah. Proses yang digunakan beroperasi pada tekanan rendah. Produk bersifat eksplosif, *flamable*, serta bersifat toksik pada batas tertentu namun dapat ditangani dengan tindakan pencegahan untuk keselamatan.

Ditinjau dari faktor lingkungan, pabrik *styrene* termasuk pabrik ramah lingkungan. Limbah yang dihasilkan oleh pabrik *styrene* tidak mengandung logam-logam berat dalam jumlah besar walaupun dalam prosesnya menggunakan katalis oksida logam. Produk *styrene monomer* termasuk ke dalam senyawa aromatis bersifat *non-bioakumulatif, biodegradable* pada lingkungan tanah dan air serta cepat terdestruksi pada udara.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan di atas, pendirian pabrik *Styrene* di Indonesia dipandang masih cukup strategis. Di samping itu, berdirinya pabrik *Styrene* ini sesuai dengan kebijakan-kebijakan pemerintah yaitu:

- a. Pendirian pabrik *Styrene* dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.
- b. Mendukung berkembangnya industri hilir yang menggunakan *Styrene* sebagai bahan pembantu maupun bahan baku.
- c. Membuka kesempatan lapangan kerja baru sehingga menurunkan tingkat pengangguran di Indonesia.

I.2. Kapasitas Perancangan

Penentuan kapasitas rancangan yang menguntungkan menggunakan beberapa pertimbangan, yaitu:

I.2.1. Data Kebutuhan *Styrene*

Kebutuhan *styrene* di Indonesia lima tahun terakhir relatif mengalami peningkatan, hal ini dapat dilihat dalam Tabel I.1.

Tabel I.1 Data Kebutuhan *Styrene* di Indonesia

Tahun	Kebutuhan <i>Styrene</i> (Ton/Tahun)
2013	135.723,8
2012	117.920,3
2011	132.956,4
2010	87.369,81
2009	84.566,39

Dari data tersebut dapat dihitung pertumbuhan rata-rata kebutuhan *styrene* di Indonesia setiap tahunnya. Dari hasil perhitungan pertumbuhan rata-rata kebutuhan *styrene* diperoleh nilai 12.789,35 ton/tahun. Kemudian diperkirakan jumlah kebutuhan *styrene* ditahun 2020 sebesar 225.249,3 ton.

I.2.1. Data Ekspor *Styrene*

Banyaknya penggunaan *styrene* sebagai bahan baku dalam industri plastik, kertas, *styrofoam*, dan karet sintetis menyebabkan tingginya tingkat permintaan *styrene* baik didalam maupun diluar negeri. Tingginya permintaan *styrene* diluar negeri dapat dilihat dari data ekspor *styrene* dalam Tabel I.2.

Tabel I.2 Data Ekspor *Styrene* di Indonesia

Tahun	Ekspor <i>Styrene</i> (Ton/Tahun)
2013	141.522,11
2012	123.274,834
2011	139,611,494
2010	90,318,282
2009	101.469,049
2008	82.264,688

Dari data tersebut dapat dihitung pertumbuhan rata-rata ekspor *styrene* di Indonesia setiap tahunnya. Dari hasil perhitungan pertumbuhan rata-rata ekspor *styrene* diperoleh nilai 2.546,8 ton/tahun. Kemudian diperkirakan jumlah kebutuhan *styrene* ditahun 2020 sebesar 159.349,72 ton.

1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan bahan baku merupakan faktor yang sangat penting bagi kelangsungan produksi suatu pabrik. Bahan baku pembuatan *Styrene Monomer* diperoleh dari PT Styrindo Mono Indonesia (PT SMI) yang berkapasitas produksi etilbenzene sebesar 330.000 ton/tahun.

1.2.3 Kapasitas Komersial

Untuk menentukan kapasitas pabrik yang akan didirikan harus memperhatikan kapasitas pabrik sejenis dalam skala komersial yang sudah beroperasi. Daftar pabrik *styrene* yang sudah beroperasi dapat dilihat pada Tabel I.3.

Tabel I.3 Daftar Pabrik *Styrene* beserta Lokasi dan Kapasitas Produksinya

(Sumber: www.the_innovation_group.com)

Pabrik dan Lokasi	Kapasitas (Ton/Tahun)
Santide Refining Company, Corpus City, Texas	27.220
El Paso Natural Gas Product Company, Odessa, Texas	39.000
Chosden Oil and Chemical Company, Big Spring, Texas	49.900
Borg-Warner Corporation (Marbon chemical Division), Baytown, Texas	56.710
Foster Grand Company.Inc, Bason Rouge, LA	90.740
Shell Chemical Company, Torrance, California	95.280
Sinclair-Kopper Company, Houston, Texas, & Kobuta, Pa	122.500
Union Carbide Corporation, Institute, w.va, and Sea Drift, Texas	186.000
Cos-Mar Company, Carville, LA	1.000.000
Mosanto Company, Torrance, California	340.290
BP Chemicals, Texas City, TX	500.000
The Dow Chemical Company, Freeport, Texas & Midland, Mith	700.000
Nova Chemicals, Bayport, TX	625.000
Sterling, Texas City, TX	850.000
PT. Styrimdo Mono Indonesia	230.000

Dilihat dari Tabel I.3 di atas, kapasitas minimum pabrik *Styrene Monomer* yang pernah dibangun adalah Santide Refining Co, Corpus City, Texas, USA dengan kapasitas sebesar 27.220 ton/tahun sedangkan kapasitas terbesar pabrik *Styrene Monomer* adalah Cos-Mar Co dengan kapasitas 1.000.000 ton/tahun.

Berdasarkan pertimbangan di atas maka direncanakan pabrik *styrene* yang akan mulai berproduksi pada tahun 2020 dengan kapasitas 130.000 ton/tahun. Kapasitas tersebut dengan pertimbangan:

1. Dari data kebutuhan *styrene* di Indonesia dan data ekspor *styrene* dari Indonesia diperkirakan pada tahun 2020 permintaan *styrene* baik didalam dan luar negeri mencapai 455.249,3 ton. Dengan kapasitas pabrik yang sudah

berdiri yaitu sebesar 230.000 ton/tahun maka pendirian pabrik baru dengan kapasitas 130.000 ton/tahun dapat memenuhi 50% sisa kebutuhan permintaan *styrene* dalam negeri pada tahun 2020.

2. Kapasitas pabrik yang telah berdiri berkisar 27.000-1.000.000 ton/tahun
3. Secara teoritis untuk memproduksi 130.000 ton *styrene* dibutuhkan 154.000,13 ton etilbenzene. Sebuah kesepakatan bersama dengan pabrik penyedia bahan baku diperlukan supaya ketersediaan bahan baku dapat terpenuhi secara berkesinambungan.
4. Dapat membuka kesempatan berdirinya industri-industri lainnya yang menggunakan *styrene* sebagai bahan baku maupun bahan pembantu mengingat banyaknya kegunaan derivat-derivat *styrene*.
5. Terbukanya peluang ekspor *styrene* ke luar negeri sehingga dapat menambah pendapatan Negara

I.3. Penentuan Lokasi Pabrik

Lokasi pabrik berada di Kawasan Industri Pulo Ampel. Pertimbangan pemilihan lokasi dipaparkan pada Tabel I.4 dan peta lokasi dapat dilihat pada Gambar I.1.

Tabel I.4 Faktor Pemilihan Lokasi Pabrik

Kriteria	Deskripsi
Ketersediaan Bahan Baku	Etilbenzene diambil dari PT Styrimdo Mono Indonesia di Kawasan industri Pulo Ampel dengan produksi mencapai 330.000 ton/tahun.
Pemasaran Produk (Marketing)	Produksi <i>Styrene</i> diutamakan memenuhi kebutuhan dalam negeri, terutama di daerah provinsi Jawa Barat, Banten, dan DKI Jakarta. Hal ini disebabkan ketiga provinsi di atas tumbuh industri-industri polimer yang memanfaatkan <i>Styrene Monomer</i> sebagai bahan bakunya.
Sistem Transportasi	Transportasi dibutuhkan sebagai penunjang beroperasinya suatu pabrik terutama untuk penyediaan bahan baku, pengangkutan produk dan pemasaran. Pulo Ampel yang berada di Banten merupakan kawasan industri maka jalur perhubungan darat maupun laut sudah tersedia. Perhubungan darat tersedianya jalan tol Jakarta-Cilegon dan perhubungan laut tersedianya pelabuhan
Utilitas	Daerah Pulo Ampel merupakan kawasan industri yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Karena itu kebutuhan utilitas pabrik seperti listrik dan air dapat dipenuhi. Kebutuhan listrik didapat dari PLN dan generator sebagai cadangan apabila listrik dari PLN mengalami gangguan, di mana bahan bakarnya diperoleh dari Pertamina. Sedangkan kebutuhan air didapat dari PT Krakatau Tirta Indonesia.
Kebijakan Pemerintah.	Daerah Pulo Ampel merupakan kawasan industri yang telah ditetapkan pemerintah, sehingga faktor-faktor lain seperti kebijaksanaan pemerintah dalam hal ini perizinan, lingkungan masyarakat sekitar, faktor sosial serta perluasan pabrik sangat memungkinkan untuk berdirinya pabrik <i>Styrene</i> .



Gambar I.1 Peta Lokasi Pabrik (Google map, 2015)

1.4 Tinjauan Pustaka

I.4.1 Macam-macam Proses Pembuatan *Styrene*

Proses pembuatan *styrene* dapat dilihat pada Tabel I.5.

Tabel I.5 Perbandingan Proses Pembuatan *Styrene*

Jenis Proses	Kondisi Operasi	Kelebihan/Kekurangan	
		Kelebihan	Kekurangan
Dehidrogenasi Katalitik	Suhu : 600-650°C Tekanan : 0,71-1,92 bar	<ul style="list-style-type: none"> - Konversi etilbenzene sekitar 50%-70% - Yield 88-95% - Katalis Shell 105 - Proses sederhana dan sering dipakai di industri 	Reaksi bersifat endotermis dan pengurangan suhu dapat menyebabkan turunnya konversi etilbenzene
Proses Styrene-Propilen Oksida	<ul style="list-style-type: none"> - reaksi pembentukan etilbenzene hidroperoksida (EBHP), $T = 130^{\circ}\text{C}$, $P = 202,65 \text{ k N/m}^2$ - reaksi pembentukan α-metilbenzil alkohol (MBA), $T = 110^{\circ}\text{C}$, $P = 40,53 \text{ bar}$ - reaksi pembentukan <i>Styrene</i>, $T = 250^{\circ}\text{C}$, kurang dari 0,71 bar 	<ul style="list-style-type: none"> - Selektivitas EBHP sebesar 90% - Konversi EBHP tinggi hampir 100% - Katalis yang digunakan adalah oksida logam 	Tahap reaksi panjang dengan kondisi operasi bertekanan tinggi sehingga biaya investasi dan biaya produksi lebih mahal.

I.4.2 Alasan Pemilihan Proses

Dari dua proses pengolahan etilbenzene dipilih proses Dehidrogenasi Katalitik dengan alasan sebagai berikut:

1. Proses dehidrogenasi adalah proses yang paling sederhana dalam hal proses bahan baku maupun bahan pembantu
2. Proses dehidrogenasi katalitik paling banyak dipakai secara komersial.
3. Proses dehidrogenasi katalitik beroperasi pada tekanan atmosferis
4. Biaya investasi peralatan dan pengoperasian cukup rendah

I.5 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk

Sifat Fisis:

Tabel I.6 Sifat Fisis Bahan Baku dan Produk

Parameter	Etilbenzene (bahan baku)	Styrene (Produk)
▪ Wujud	Cair tidak berwarna	Cair tidak berwarna
▪ Rumus Molekul	$C_6H_5C_2H_5$	$C_6H_5C_2H_3$
▪ Berat Molekul	106,167 kg/kmol	104,1036 kg/kmol
▪ Densitas pada 25°C	860 kg/m ³	900 kg/m ³
▪ Titik beku	- 94,94°C	-30°C
▪ Titik didih	136,185°C	145°C
▪ Kelarutan	- Sangat sedikit larut dalam air - Sangat mudah larut dalam alkohol dan eter	- Sangat sedikit larut dalam air - Sangat mudah larut dalam alkohol dan eter

Sifat Kimia:

1. Etilbenzene

a. Reaksi Dehidrogenasi (Ullman, vol A 34, 1992)

Proses ini dilakukan pada fase gas dengan katalis Fe_2O_3 .

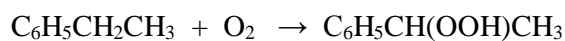
Reaksi yang terjadi:



b. Reaksi Oksidasi

Reaksi oksidasi menghasilkan etilbenzene hidroperoksida.

Reaksi yang terjadi:

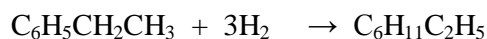


Reaksi berlangsung pada fase cair-gas dimana udara didispersikan melalui cairan etilbenzene terhadap katalis. Namun, etilbenzene hidroperoksida merupakan senyawa yang tidak stabil terhadap kenaikan temperatur karena akan terjadi dekomposisi.

c. Reaksi Hidrogenasi

Reaksi dengan hidrogen dan bantuan katalis Ni, Pt, atau Pd menghasilkan etil sikloheksana.

Reaksi yang terjadi:



etilbenzene

etil sikloheksana

2. *Styrene*

Polimerisasi *Styrene* menjadi *Polyvinylbenzene*

Reaksi yang terjadi:

